

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СТАРЫХ НОВЫХ *HR Del*

М.Б. БАБАЕВ, М.С. ГАДЖИЕВ, Л.Х. САЛМАНОВА

ШАО АН Азербайджана,

373243, Шемаха, Пиркулу, пос. Ю. Мамедалиева.

По спектрограммам старой Новой *HR Del*, полученным в 1985-1986 гг. обсуждаются изменения профилей линий водорода и запрещенного кислорода [ОIII].

В спектре Новой *HR Del* в очень поздней стадии у водородных линий наблюдается абсорбционная компонента (которая раньше не наблюдалась). Наблюдаются кратковременные изменения соотношения центральных интенсивностей (особенно крайних) эмиссионных компонентов линий [ОIII] $\lambda\lambda 4959$ и 5007 \AA ; HeII $\lambda 4686 \text{ \AA}$; H β и др.

Сделан вывод о том, что все эти наблюдаемые изменения, прежде всего, зависят от спектрального класса звезды и от двойственности, а также от неоднородностей экваториальных и полярных областей оболочек Новой *HR Del*.

Известно, что всю основную информацию о физических условиях в Новой несет спектр ее излучения. В течение вспышки этот спектр претерпевает поразительные изменения, проходя совершенно определенные, хорошо выделенные стадии. Основные спектральные стадии эволюции Новой теснейшим образом связаны с ее фотометрическими стадиями.

До вспышки спектр большинства Новых известен. Долгое время Новая Орла 1918 была единственной Новой с известным спектром до вспышки, полученным с недостаточной экспозицией, и детали ее поэтому выявить было трудно. В целом он напоминал спектр горячей звезды спектрального класса А. Было видно несколько очень узких и слабых линий поглощения.

В 1963 г. С. Стефенсон и Р.Херр [1] нашли в коллекции спектров обсерватории Уорпер и Суэзе спектр до вспышки для Новой Геркулеса 1963, полученный в июне 1961 г. Они отметили, что в спектре нет ни линий поглощения, ни линий излучения. Общий вид спектра напоминал горячую звезду спектрального класса О или В.

С.Стефенсон [2] обнаружил также спектр, полученный за 7 лет до вспышки медленной Новой *HR Del*. По распределению энергии в непрерывном спектре будущая Новая была похожа на горячую звезду спектрального класса О или В, линий не было видно. Звезда была очень голубая с крайне интенсивной ультрафиолетовой частью спектра.

Таким образом, до вспышки Новая похожа по непрерывному спектру на горячую звезду или, более точно, на спектр белого карлика, у которого спектральные линии мелкие, и поэтому плохо видны при недостаточном разрешении спектрограммы.

У повторных Новых спектры до вспышки изучены несколько лучше, чем у типичных Новых, но они мало чем отличаются от них. Такие наблюдения показали, что спектр Новой после возвращения звезды в спокойное состояние является практически таким же, как до вспышки. Это, прежде всего, показывает, что вспышка Новой не оказывает существенного влияния на физические характеристики звезды.

В последние годы спектры Новых в минимуме блеска были изучены Д. Гринстейном [3] и М.Хьюмансом [4]. Они показали, что все Новые в минимуме обладают высокой температурой. Некоторые Новые имеют абсорбционные спектры, другие содержат эмиссионные линии водорода, гелия, углерода. У некоторых Новых нет в спектрах ни линий поглощения, ни линий излучения. Общей особенностью спектра в минимуме является его переменность. Спектры медленных и быстрых Новых в минимуме не различаются между собой. В минимуме Новые имеют разные светимости, однако не замечено различий их спектральных характеристик в зависимости от светимости. Как видно изучение спектров Новых звезд в постновой стадии дают сведения о спектральном классе, классе светимости и общем виде спектра до вспышки. Поэтому с целью изучения изменения спектра Новой *HR Del* в минимуме, дошедшей до постновой в период 13-14 августа 1986 г. на 2-х метровом телескопе ШАО АН Азербайджана была получена одна спектрограмма в области $\lambda\lambda 3700 - 5100 \text{ \AA}$ с дисперсией 94 \AA/mm в фокусе Кассегрена. Спектр снимался призменным спектрографом "Канберра" на пластинке Kodak 103 a-O при экспозиции 2,4 часа. Спектр был записан на микрофотометре "Лирефо" в плотностях с увеличением в 50 раз.

Как показали наблюдения, проведенные в ШАО АН Азербайджана, на спектрограммах, охватывающих период 1981 - 1986 гг., помимо эмиссионных линий, присутствующих поздней небулярной стадии и стадии постновой, в спектре Новой *HR Del* видны также линии поглощения, которые, очевидно, образуются в атмосфере звезды. Видно, что оболочка до такой степени удалена и рассеяна, что излучение самой звезды свободно проходит сквозь окружающую оболочку Новой.

На спектрограммах Новой *HR Del*, полученных в 1985 и 1986 гг., в поглощении видны в основном линии He, C, N, O, Si и др., как было показано в 1981 г. [5]. Это свидетельствует о присутствии в этой системе горячей звезды раннего спектрального класса В или позднего О.

На записях спектра Новой *HR Del*, полученных в 1985 и 1986 гг. в водородных линиях также наблюдаются

абсорбционные компоненты (см. рис. 1). Такие профили водородных линий наблюдали только в 1985 г. и, видимо, после этого Новая *HR Del* полностью перешла на основное состояние постновой. Профили водородных линий, полученные в 1985 и 1986 гг. напоминают профили линий звезды Ве. Это хорошо заметно в линиях H_γ , H_δ , H_ϵ , H_ζ и т.д., что, прежде всего, зависит от интенсивности эмиссионных компонент этих линий. Так как в линии H_β эмиссионная компонента очень интенсивная, по этой причине абсорбционная компонента почти не видна.

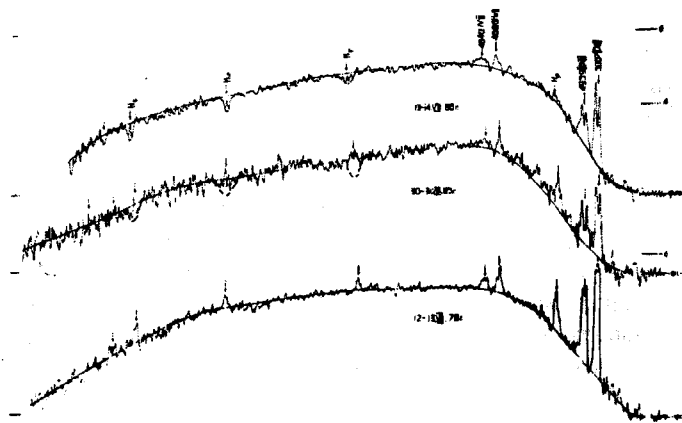


Рис. 1. Регистрограммы спектра Новой *HR Del*, полученные 12-13.VI.1978, 30-31.VIII.1985 и 13-14.VIII.1986 г., с увеличением в 50 раз

Спектрограммы, полученные в 1986 г., показывают, что действительно в спектре Новой *HR Del* произошло сильное изменение в профилях линий, особенно водородных. На спектрах, полученных в 1985 г., интенсивности линий H_β были сравнимы с линией $He II \lambda 4686$, а в 1986 г. линия H_β очень ослабла и почти не видна в эмиссии, но хорошо видна абсорбционная компонента линий H_γ , H_δ , H_ϵ и т.д.

В спектре Новой *HR Del*, полученном в 1986 г., видны только в эмиссии линии $[O III] \lambda\lambda 4959, 5009$ (очень интенсивная), $\lambda 4363$ (очень слабая, почти не видна в записях), $He II \lambda 4686$, $N III \lambda 4640$ и H_β (очень слабая) (см. рис. 1). Если не учитывать присутствие линии $[O III]$, появившейся после вспышек, то спектры, полученные в 1986 г., напоминают спектр *HR Del* до вспышки, (характеры спектров, полученных за 7 лет до вспышки) которые были описаны в [4].

Спектральный материал, полученный в период 1968 – 1986 гг. дает нам возможность проследить за изменением некоторых параметров (W_λ , $I_{\lambda\lambda}$, V_r и др.) эмиссионных линий, а также временное изменение профилей этих линий в очень поздней небулярной стадии, почти в минимуме блеска.

На рисунке 2 показаны изменения эквивалентных ширин эмиссионных линий H_β , $\lambda 4959$ и $\lambda 5007 [O III]$ по развитию спектра Новой *HR Del*.

Из рис. 2 видно, что средние значения эквивалентных ширин линий H_β и $He II \lambda 4686$ (начиная с конца 1968 г. после вспышки) во время первичного максимума сильно возросли. После этого значение эквивалентной ширины линий H_β ослабло в начале 1968 г., а уже в конце этого года оно достигло своего максимума и, начиная с 1969 г. намечается его сильное уменьшение. В спектре, полученном в 1986 г., интенсивности линий H_β почти выравниваются с уровнем непрерывного спектра. Получается минимальное значение эквивалентных ширин линий H_β (в эмиссии $W = 1,2 \text{ \AA}$). Такой характер изменения эквивалентных ширин линий водорода хорошо согласуется с изменением блеска самой Новой *HR Del*.

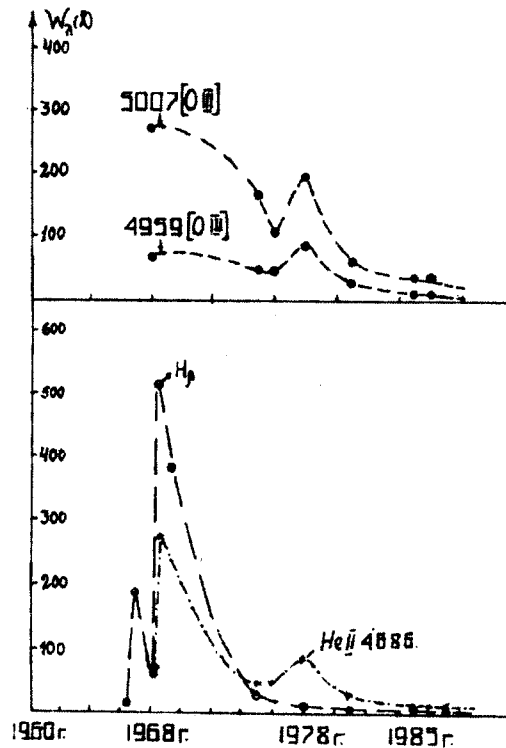


Рис. 2. Изменение эквивалентных ширин линий $[O III] \lambda\lambda 4959, 5007$, H_β и $He \lambda 4686$ от фазы.

На рис. 2 можно заметить, что ход изменения эквивалентных ширин линий $[O III] \lambda 4959$ и $\lambda 5007 \text{ \AA}$ иной, у них наблюдается два максимума, независимые от блеска Новой. Он наблюдается уже в 1969 г. в начале небулярной стадии и в 1978 г. В 1986 г. профили этих линий сильно изменились. Если до 1978 г. были интенсивнее центральные компоненты, то, уже начиная с 1978 г. интенсивнее становятся крайние компоненты [5-6]. После 1978 г. наблюдается уменьшение эквивалентных ширин линий $[O III] \lambda 4959$ и $\lambda 5007 \text{ \AA}$. В 1986 г. значение эквивалентных ширин линий $[O III]$ доходило до минимального значения, поскольку сама Новая дошла до своего минимума.

Спектральные материалы, полученные в период 1981 – 1986 г.г. дают нам возможность проследить за изменением центральных интенсивностей некоторых эмисси-

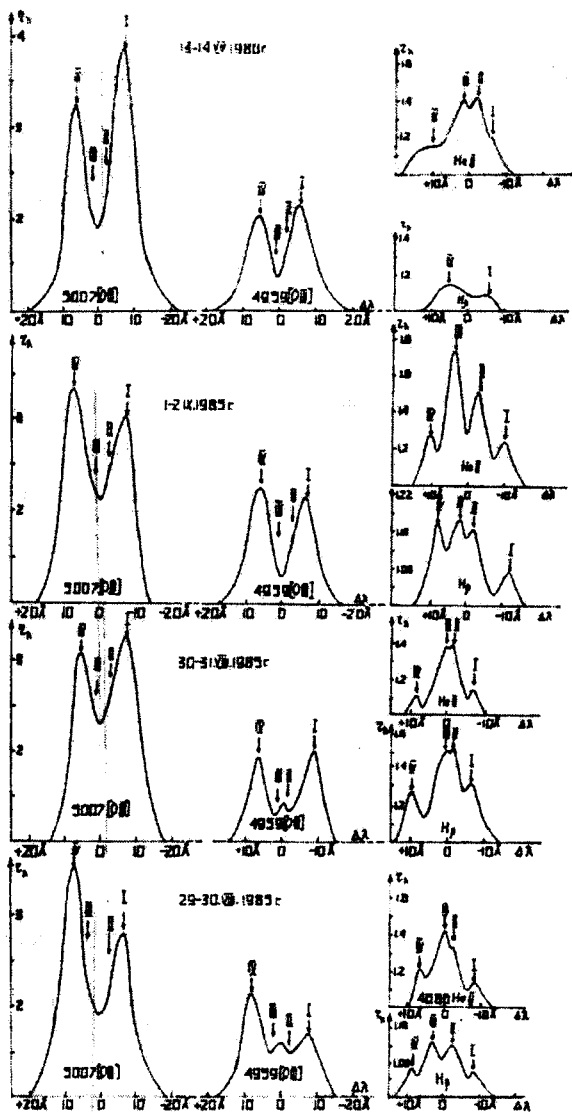


Рис. 3. Профили линий [O III] $\lambda\lambda 4959, 5007$, He I 6686 и H_{β} в спектре Новой HR Del в четыре разные даты. Дисперсия спектрограмм 94 \AA/мм у H_{γ} .

Известно, что характерной особенностью Новых звезд на небулярной стадии является наличие линий [O III] $\lambda\lambda 4363, 4959$ и 5007 \AA водородных, гелиевых, азотных и др. На рис. 3 показаны профили некоторых линий, состоящих в основном из двух компонент. Раньше они имели четыре компонента. В записях уже внутренние компоненты линий [O III] $\lambda 4959$ и $\lambda 5007 \text{ \AA}$ не заметны. На всех спектрограммах линий [O III] $\lambda 4959$ и $\lambda 5007 \text{ \AA}$ по интенсивности сильнее, чем водородные, гелиевые и азотные (рис. 3).

На рис. 3 видно, что относительная интенсивность компонент у разных линий также различна. Такая картина наблюдалась и в 1981 г. [5] и в 1985 году [7]. У линий [O III] на всех спектрах наиболее интенсивными яв-

ляются крайние компоненты, которые образуются на экваториальных поясах оболочки Новой, а у водородных и гелиевых линий более интенсивными являются внутренние компоненты, которые относятся к полярной шапке оболочки Новой. Так как усилилась абсорбция этих линий, у водородных линий такое соотношение в 1986 г. не наблюдается. Наблюдаются также некоторые изменения компонент со временем. Это, прежде всего, происходит вследствие изменения условий видимости отдельных конденсаций и сильного уменьшения плотности в оболочке Новой HR Del.

Помимо этих изменений в спектре Новой HR Del, полученных в 1985 – 1986 гг., хорошо наблюдаются и другие особенности в изменении профилей эмиссионных линий, а именно, наблюдаются кратковременные изменения отношения эмиссионных компонент в линиях [O III] $\lambda 4959$ и $\lambda 5007 \text{ \AA}$. Этот эффект хорошо наблюдается для крайних компонент (утренние компоненты у этих линий стали в последние годы 1985 и 1986 незаметными), которые образуются в экваториальном поясе в оболочке Новой HR Del (см. рис. 3). По-видимому, такой характер изменения зависит, прежде всего, от двойственности самой Новой [7]. А двойственность этой Новой звезды уже обнаружена и даже вычислен период [5, 8, 9]. Все наблюдатели предполагают, что система состоит из очень горячего белого карлика ($T \sim 35000^{\circ}$) и очень холодной звезды ($S_p K$) [10], причем система затменная [11].

Мы, исследуя характер изменения профилей эмиссионных линий и интенсивностей центральных компонент в течение продолжительного времени с 1967 по 1985 гг., показали, что изменения спектра и соотношения эмиссионных компонент у Новой HR Del зависят, прежде всего, от формы и динамики оболочки [5, 6, 12], различия физических условий в отдельных сгустках и видимостей отдельных областей оболочки [13], а также от двойственности Новой [7].

Все эти наблюдательные особенности должны привлечь внимание наблюдателей к имеющимся фактам, а именно: появлению абсорбционных компонент водородных линий и минимума блеска, изменению профилей эмиссионных линий и изменению соотношения эмиссионных компонент (особенно в линиях $\lambda\lambda 4959$ и 5007 \AA [O III]) со временем в спектре Новой HR Del.

- [3] *J.I. Greenstein*. *Astrophys. J.*, 1957, v.126,23.
[4] *M.I. Humason*. *Astrophys. J.*, 1938, V. 88,228.
[5] *М.Б. Бабаев*. Письма в АЖ, 1983, т. 9, №4, 235.
[6] *М.Б. Бабаев*. Письма в АЖ, 1983, т. 7, №7, 422.
[7] *М.Б. Бабаев*. Письма в АЖ (в печати).
[8] *J.V. Hutchings*. *Astrophys. J.*, 1979, v. 232, 176.
[9] *L. Kohoutek and R. Pauls*. 1981, IB. V.S, №1971, *Bruch. Mitt. Astron. Ges.*, 1982, №57,328.
[10] *L. Rosino, A. Biachini, P. Rafaneli*. *Astron and Astrophys.*, 1982, v.108, №2,243
[11] *М.Б. Бабаев*. Письма в АЖ, 1979, т. 5, №5, 537.
[12] *М.Б. Бабаев*. Астрон.Циркуляр, 1986, №1420. I.

М.Б. Babayev, M.C. Hacıyev, L.X. Salmanova

KÖHNƏ YENİ HR DELFİNİN SPEKTRAL MÜŞAHİDƏSİ

Köhnə Yeni HR Del 1985-1986-ci illərdə alınmış spektrləri əsasında hidrogen və qadağan olunmuş oksigen [O III] xəttlərinin profilləri tədqiq edilmişdir.

Bu Yeninin çox gec təkamül mərhələsində alınmış spektrlərində hidrogen xəttlərində əvvəllər aşkar edilməmiş udulma komponenti müşahidə olunub. [O III] λ 4959, 5007, HeII λ 4686, H β və s. xəttlərinin şüalanma komponentlərində, mərkəzi intensivliklərin (xüsusən kənar komponentlərdə) nisbətində qısa müddətli dəyişməliklər müşahidə edilir.

Müşahidə olunmuş dəyişməliklər ulduzun spektral sinfindən, onun qoşalığından və eləcə də ulduz örtüyünün ekvatorial və qütb oblastlarının birincisli olmamasından asılıdır.

M.Б. Babayev, M.S. Gadgiyev, L.Ch. Salmanova

SPECTRAL OBSERVATIONS OF OLD NOVA HR DEL

The variations of profiles of hydrogen and forbidden oxygen [OIII] lines are discussed using the spectrograms of old Nova HR Del obtained in 1985-1986.

In the spectrum of HR Del at the latest stage in the hydrogen lines the absorption component is observed (which has not been observed earlier). Also the short period variations of the ratio of the central intensities particularly extreme of the emission line components [OIII] λ 4959, 5007, HeII λ 4686, H β are observed.

A conclusion is made that all these variations depend first of all on the star spectral class and on the inhomogeneities of the equatorial and polar regions of the Nova HR Del envelopes.